

CARATTERIZZAZIONE ACUSTICA DEGLI INTORNI AEROPORTUALI: IL CASO DELLA PISTA AEROPORTUALE MATTEI A PISTICCI (MT)

MICHELE AGOSTINACCHIO - D.A.P.I.T. – Università degli Studi della Basilicata
SAVERIO OLITA - D.A.P.I.T. – Università degli Studi della Basilicata

SOMMARIO

È noto come all'incremento del traffico aereo degli ultimi decenni, abbia fatto seguito un'amplificazione delle problematiche ambientali in termini di impatti sia locali che globali, connessi a tale tipo di trasporto. Conseguentemente, l'accresciuta sensibilità nei confronti del problema rumore ha spinto organizzazioni internazionali come l'ICAO, numerosi Governi, Amministrazioni Regionali e Società di Gestione Aeroportuale a prendere seri e concreti provvedimenti per tentare di abbattere questo, che sembra essere diventato un vero e proprio problema sociale. Nel vasto panorama legislativo dedicato al tema dell'ambiente, l'attenzione è stata nel passato prestata prevalentemente ai fenomeni chimici, mentre l'inquinamento determinato dai fenomeni fisici è stato solo di recente preso nella dovuta considerazione.

La presente memoria affronta il tema della caratterizzazione acustica degli intorni aeroportuali. Tali studi sono indispensabili al fine di effettuare un'accorta pianificazione del territorio circostante un aeroporto, per regolarne l'uso in maniera compatibile con i livelli di esposizione sonora previsti ed eventualmente adeguare le previsioni anche dei P.R.G. Comunali.

Nella fattispecie il presente studio è stato finalizzato alla caratterizzazione acustica delle aree limitrofe alla pista aeroportuale Mattei, situata in località S. Angelo di Pisticci (MT) e candidata a scalo regionale di 3° livello della Regione Basilicata, attraverso la definizione delle fasce di pertinenza e il calcolo degli indici di classificazione di inquinamento acustico dell'infrastruttura. La memoria, ipotizzando diversi scenari di traffico aereo riferiti sia alla stagione estiva che invernale e tenendo inoltre conto di possibili futuri potenziamenti dell'aviosuperficie, propone una metodologia operativa per la caratterizzazione acustica dell'intorno aeroportuale e il calcolo degli indici di classificazione in relazione all'inquinamento acustico, fornendo nel contempo utili considerazioni di carattere progettuale.

ABSTRACT

It is well known that the increase in the aerial traffic in the last decades, included an amplification of the environmental matters for both local and global impacts. As a consequence, the higher sensibility towards the noise aspect did lead international organizations as ICAO, several Governments, Regional Administrations and Airport Management Societies to take serious and concrete provisions to solve this kind of social problem. In the wide law field dedicated to environment, the higher attention in the past was mainly on the chemical aspects, while the pollution due to physical phenomenons was only recently taken into account.

This paper deals with the acoustic problems of the spots next to airports. This studies are compulsory in order to get to a satisfactory planning of the lands near airports, so

that the land can be used with respect to norms. In particular, this study was to acoustically characterize the areas near the airfield Mattei, (3rd level regional airport), in S. Angelo of Pisticci (MT), by defining the bands of pertinence and the computation of the indexes of classification of acoustic pollution of the infrastructure.

The study, supposing different sceneries of aerial traffic referred to both summer and winter season and considering possible future developments of the airfield, proposes an operative methodology for the acoustic characterization of the field and the computation of the indexes of classification connected to the acoustic pollution, giving at the same time useful considerations for design purpose.

1. INTRODUZIONE

Il rumore rappresenta l'impatto ambientale più significativo generato da una infrastruttura aeroportuale, oltre che il più difficile da controllare. Le emissioni acustiche significative, cioè quelle che creano disturbo, vengono prodotte da un aereo durante le operazioni di decollo ed atterraggio (operazioni a bassa quota) o nei movimenti a terra (rullaggio, riscaldamento e prove motori, manovre, ecc.), per cui è evidente che se ne avverte l'effetto nell'area dell'aeroporto ed in quelle adiacenti. Di converso, i sorvoli effettuati durante i voli in rotta, avvenendo a grande altezza, non costituiscono in genere fonte d'inquinamento acustico. In particolare, nelle fasi di decollo e di atterraggio, poiché la sorgente dell'emissione è elevata rispetto al suolo ed interessa un'ampia zona, non è possibile alcuna schermatura alla propagazione del rumore. Tutto ciò evidenzia come il problema del rumore aereo, accresciuto a seguito dell'introduzione dei primi aerei a reazione, è oggi diventato cruciale a causa del notevole aumento del traffico, dell'urbanizzazione dei dintorni aeroportuali e della crescente attenzione pubblica ai problemi ambientali in generale.

È quindi ben evidente che nelle zone circostanti uno scalo aereo, oltre ad effettuare previsioni circa l'esposizione al rumore, si debbano sviluppare idonei programmi di interventi operativi, finalizzati a contenere il disturbo sulle comunità circostanti, per rendere le operazioni aeroportuali compatibili con la vita delle comunità viciniori. Fasi essenziali di tali programmi sono la pianificazione, il controllo del territorio e il monitoraggio del rumore.

A tal riguardo l'emanazione della Legge Quadro sull'Inquinamento Acustico, n.447 del 26 Ottobre 1995, ha stabilito i principi fondamentali in materia di tutela dall'inquinamento acustico dell'ambiente esterno e abitativo. Essa stabilisce nel dettaglio le competenze in materia dei vari Enti (Stato, Regioni, Province, Comuni ed Enti Privati) ed in tale contesto si inserisce l'obbligo per le Amministrazioni Comunali di procedere alla classificazione del territorio di competenza in aree acusticamente omogenee (zonizzazione acustica).

Redigere un piano di classificazione acustica equivale ad attribuire ad ogni porzione del territorio comunale i limiti per l'inquinamento acustico ritenuti compatibili con la tipologia degli insediamenti presenti nella zona considerata, facendo riferimento alle classi acustiche definite dalla Tabella A del D.P.C.M. 14/11/1997¹. L'individuazione delle modalità specifiche che dovranno essere seguite dai Comuni per elaborare il piano di classificazione acustica risulta competenza delle Regioni, la maggior parte delle quali non ha ancora promulgato tali criteri. Da ciò consegue che, allo stato attuale, è vigente un quadro normativo di riferimento di valore esclusivamente generale, che trae origine

¹ D.P.C.M. 14 Novembre 1997 – G.U. n.280 del 1/12/97 – “Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore”.

dall'analisi della Legge Quadro e di alcuni criteri attuativi già promulgati².

Tutto ciò premesso, la presente memoria tratta la caratterizzazione acustica delle aree limitrofe alla pista aeroportuale Mattei, proposta quale scalo regionale di 3° livello della Regione Basilicata ed ubicata in località S. Angelo di Pisticci (MT), mediante la definizione delle fasce di pertinenza ed il calcolo degli indici di classificazione di inquinamento acustico dell'infrastruttura.

2. CARATTERIZZAZIONE ACUSTICA DEL TERRITORIO CIRCOSTANTE UNO SCALO AEROPORTUALE

La tecnica più diffusamente impiegata per visualizzare i livelli di esposizione al rumore aereo, trova la sua peculiarità nell'individuazione delle curve isofoniche³, che costituiscono un ottimo strumento per valutare la compatibilità della destinazione d'uso del territorio.

Infatti, facendo ricorso ad un indice di valutazione del rumore, si possono costruire le curve isofoniche nei dintorni dell'aeroporto, tenendo conto delle previsioni di traffico dopo 5-10 anni, della tipologia di aerei prevista, delle procedure di decollo e atterraggio in vigore e/o previste.

In funzione dell'entità del rumore aereo è poi possibile definire una zonizzazione del territorio, potendosi a tal fine individuare le seguenti tre zone:

- Zona A: in cui il rumore aereo è lieve. Dal punto di vista psico-sociologico il disturbo non è percettibile o lo è raramente, poiché l'85-90% della popolazione non si sente infastidita dal rumore aereo. In questa zona sviluppi e usi del territorio non sono soggetti a particolari restrizioni.
- Zona B: in cui il rumore aereo è di media intensità. Dal punto di vista psico-sociologico il disturbo è chiaramente provato, poiché il numero di persone che si lamentano del rumore aumenta notevolmente. Un disturbo medio o moderato è da considerare indesiderabile, per cui in questa zona ci possono essere particolari restrizioni nell'uso del territorio.
- Zona C: in cui il rumore aereo è considerevole. Dal punto di vista psico-sociologico il disturbo è considerato eccessivo, poiché la maggior parte della popolazione è infastidita da questo livello di rumore aereo. Conseguentemente la maggior parte degli usi territoriali può essere soggetta a restrizioni con inibizione di possibili sviluppi.

Per quantificare con misure dirette il rumore aereo, un indice di valutazione utile ai fini della determinazione delle curve isofoniche è dato dal livello di valutazione del rumore aeroportuale L_{VA} ⁴, espresso dalla relazione:

$$L_{VA} = 10 \cdot \log \left[\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N 10^{\frac{L_{VAj}}{10}} \right] \text{dB(A)} \quad (1)$$

in cui :

- N è il numero dei giorni del periodo di osservazione del fenomeno;
- L_{VAj} è il valore giornaliero del livello di valutazione del rumore aeroportuale.

² Tali criteri attuativi sono contenuti principalmente nel citato D.P.C.M. 14/11/1997 - Cfr.⁽¹⁾, nel D.M. 31 Ottobre 1997 - G.U. n. 267 del 15/11/97 - "Metodologia di misura del rumore aeroportuale" e nel D.M. 20 Maggio 1999 - G.U. n.225 del 24/9/1999 - "Criteri per la progettazione dei sistemi di monitoraggio per il controllo dei livelli di inquinamento acustico in prossimità degli aeroporti nonché criteri per la classificazione degli aeroporti in relazione al livello di inquinamento Acustico".

³ Per definizione le curve isofoniche rappresentano il luogo dei punti di uguale livello di esposizione sonora.

⁴ Cfr. D.M. 31/10/1997, Allegato A.

Il numero dei giorni N del periodo di osservazione del fenomeno è pari a ventuno, cioè tre settimane, ciascuna delle quali scelta nell'ambito dei seguenti periodi: 1 Ottobre ÷ 31 Gennaio, 1 Febbraio ÷ 31 Maggio e 1 Giugno ÷ 30 Settembre. La settimana di osservazione all'interno di ogni periodo deve essere quella a maggior numero di movimenti, secondo i dati del Ministero dei Trasporti e della Navigazione, oppure rilevati dai sistemi di monitoraggio installati. Inoltre, durante ciascuna settimana di osservazione, la misura del rumore dovrà essere effettuata di continuo nel tempo. Il valore giornaliero del livello di valutazione del rumore aeroportuale (L_{VAj}) si determina considerando tutte le operazioni a terra e di sorvolo che si manifestano nell'arco della giornata compresa tra le ore 0.00 e le 24.00, mediante la relazione:

$$L_{VAj} = 10 \cdot \log \left[\frac{17}{24} 10^{\frac{L_{VAd}}{10}} + \frac{7}{24} 10^{\frac{L_{VAn}}{10}} \right] \text{dB(A)} \quad (2)$$

dove L_{VAd} e L_{VAn} rappresentano rispettivamente il livello di valutazione del rumore aeroportuale nel periodo diurno 6.00 ÷ 23.00 e notturno 23.00 ÷ 6.00.

In particolare:

$$L_{VAd} = 10 \cdot \log \left[\frac{1}{T_d} \sum_{i=1}^{N_d} 10^{\frac{SEL_i}{10}} \right] \text{dB(A)} \quad (3)$$

in cui :

- $T_d = 61200\text{s}$ è la durata del periodo diurno;
- N_d è il numero totale dei movimenti degli aeromobili in detto periodo;
- SEL_i è il livello dell'i-esimo evento sonoro associato al singolo movimento.

Analogamente:

$$L_{VAn} = \left[10 \cdot \log \left(\frac{1}{T_n} \sum_{i=1}^{N_n} 10^{\frac{SEL_i}{10}} \right) + 10 \right] \text{dB(A)} \quad (4)$$

in cui:

- $T_n = 25200\text{s}$ è la durata del periodo notturno;
- N_n è il numero dei movimenti degli aeromobili in detto periodo;
- SEL_i è il livello sonoro del i-esimo evento associato al singolo movimento, definito dalla relazione:

$$SEL_i = 10 \cdot \log \left[\frac{1}{T_0} \int_{t_1}^{t_2} \frac{P_{Ai}^2(t)}{P_0^2} dt \right] = \left(L_{Aeq T_i} + 10 \log \frac{T_i}{T_0} \right) \text{dB(A)} \quad (5)$$

dove:

- $T_0 = 1\text{s}$ è il tempo di riferimento;
- t_1 e t_2 rappresentano gli istanti iniziali e finali della misura ovvero la durata dell'evento $T_i = (t_2 - t_1)$ in cui il livello L_A risulta superiore alla soglia $L_{A_{fmax}} - 10\text{dB(A)}$. In particolare $L_{A_{fmax}}$ è il livello massimo della pressione sonora in curva di ponderazione (A), con la costante di tempo "Fast", collegato all'evento;
- $P_{Ai}(t)$ è il valore istantaneo della pressione sonora ponderata (A) dell'evento i-esimo;
- $P_0 = 20\mu$ (Pa) rappresenta la pressione sonora di riferimento;
- $L_{Aeq T_i}$ è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata (A) dell'i-esimo evento sonoro.

In funzione dei valori dell'indice L_{VA} è quindi possibile pervenire ad una

classificazione, nell'intorno aeroportuale, dei confini delle zone di cui prima, nei limiti seguenti:

- Zona A: l'indice L_{VA} è compreso tra 60 e 65dB(A). Non sono previste limitazioni alle attività consentite⁵. I livelli di esposizione sonora al rumore sono, quindi, accettabili all'esterno e all'interno degli edifici.
- Zona B: l'indice L_{VA} è compreso tra 65 e 75dB(A). Sono consentite attività agricole ed allevamenti di bestiame, attività industriali, attività commerciali, attività di ufficio e terziario previa adozione di adeguate misure di isolamento acustico. I livelli di esposizione al rumore sono al di sopra della normale tollerabilità e quindi non accettabili. In tale zona è opportuno evitare l'insediamento di nuove costruzioni, ad eccezione di possibili completamenti di aree già sviluppate. In tali ultimi casi dovrebbe essere effettuata, fin dalla prima fase di progetto, una dettagliata analisi dei requisiti di insonorizzazione, per ottenere valori di esposizione interni accettabili. Per gli insediamenti già esistenti in tale zona, è opportuno un intervento di bonifica acustica alla sorgente, volto a portare i livelli L_{VA} esterni al di sotto dei 65dB(A).
- Zona C: l'indice L_{VA} è maggiore di 75dB(A). Sono consentite esclusivamente le attività funzionalmente connesse con l'uso e i servizi delle infrastrutture aeroportuali. Per gli insediamenti esistenti, considerati gli elevati livelli di rumore, è necessario un intervento immediato per il raggiungimento di un adeguato grado di isolamento acustico verso l'esterno degli edifici, rinviando a tempi successivi un intervento di bonifica acustica alla sorgente, volto a portare i livelli L_{VA} esterni al di sotto di 65dB(A).

Tale zonizzazione acustica è stata nel seguito applicata al caso della pista aeroportuale Mattei di S. Angelo di Pisticci (MT), basandosi, nell'evidente impossibilità di poter disporre di dati rilevati direttamente in situ perché i lavori di riqualificazione della pista sono ancora in corso, su una metodologia operativa che, partendo da un modello previsionale di calcolo della rumorosità del traffico aereo, consente di pervenire alla zonizzazione acustica dell'intorno aeroportuale e al calcolo degli indici di classificazione dell'aeroporto in questione.

3. IL MODELLO DI CALCOLO

Per la valutazione della rumorosità dovuta al traffico aereo si è fatto riferimento al modello matematico messo a punto nel 1978 dalla F.A.A., denominato "Integrated Noise Model" (INM), che è alla base dell'omonimo codice di calcolo INM, quale strumento di analisi della rumorosità prodotta dal traffico aereo nelle vicinanze degli aeroporti, attualmente utilizzato da 700 organizzazioni di circa 35 paesi. Il database dell'INM comprende 220 aerei e altri 284 sono identificati come associabili ai primi per motorizzazione e/o altre caratteristiche. In totale la banca dati comprende quindi 504 aerei e tale database è in continua evoluzione, considerato che la F.A.A. sta raccogliendo ancora ulteriori dati.

Il modello può essere utilizzato per studi di impatto ambientale relativi, ad esempio, alla costruzione di nuove piste o all'ampliamento di quelle esistenti, per stimare gli effetti causati da nuovi flussi di traffico, per analizzare nuove procedure di volo e valutare le diverse alternative. L'INM è usualmente utilizzato negli USA per la

⁵ Secondo la definizione data dalla norma, per il calcolo di tale zona bisogna sottrarre dalla fascia $60 \leq L_{VA} \leq 65$ dB(A) l'area del sedime aeroportuale compresa in tale fascia. Ciò vale, ovviamente, anche per le altre due zone.

pianificazione territoriale, così come richiesto dalla FAR 150⁶. Nel presente studio si è utilizzata la versione INM 6.0, del Settembre 1999, il cui nucleo centrale è costituito dal modello di calcolo, il cui scopo è quello di prevedere, sulla base di dati noti (le caratteristiche dell'emissione sonora dei velivoli) e di altri dati che variano da caso a caso (condizioni meteorologiche medie annue, configurazione geometrica dell'aeroporto e delle piste, definizione delle traiettorie, numero di operazioni per ogni tipo di velivolo), l'andamento del livello sonoro nell'intorno dell'area aeroportuale⁷. Il passo successivo consiste nell'interpretare i livelli sonori stimati dal modello, per valutarne la rappresentatività in relazione ai fattori meteorologici e ambientali che possono influire sulla bontà dell'approssimazione. Il modello necessita delle seguenti informazioni fondamentali:

- geometria e altitudine della pista;
- temperatura di riferimento e pressione atmosferica;
- tipologia degli aeromobili;
- movimenti e procedure dei velivoli (numero movimenti, piste e rotte utilizzate, periodo del movimento);
- parametri di assetto degli aeromobili;
- profili di decollo e di atterraggio.

Il codice di calcolo, una volta determinata la distanza del velivolo dai vari punti del suolo in cui deve essere fatta la previsione, determina la propagazione dei livelli di rumorosità verso il suolo e quindi compone i risultati per fornire un valore mediato in grado di descrivere l'effetto complessivo dei singoli eventi. I profili standard INM⁸ iniziano a circa 1830m sopra il livello dell'aeroporto per gli atterraggi e terminano a 3050m per i decolli. In pratica, nella logica del programma di calcolo, al di là di tali valori è come se gli aerei non producessero alcuna emissione di rumore⁹.

Va poi precisato che il software presenta alcuni limiti, in quanto è stato creato per aeroporti di dimensioni medio-grandi. Per tali aeroporti, infatti, il rumore emesso dai velivoli in fase di rullaggio o durante le prove motori prima della partenza, risulta trascurabile rispetto a quello emesso, sempre a terra, durante la fase di spinta del decollo e la fase di "reverse" in atterraggio. Diversamente, nel caso di aeroporti medio-piccoli, anche i rumori dovuti al rullaggio, alle prove motori e alle manovre degli aerei possono assumere importanza nella valutazione globale. Altro limite è legato alla tipologia dei velivoli, in quanto il rispetto delle traiettorie definite sia per il decollo che per l'atterraggio non è sempre assicurato. Difatti i velivoli più leggeri e i turboelica, ad esempio, sono più maneggevoli e quindi il percorso effettuato per portarsi sulla rotta può variare, in relazione alle condizioni climatiche e alle valutazioni del Comandante su autorizzazione della torre di controllo. Il mancato rispetto delle traiettorie comporta una modifica delle dinamiche di diffusione del rumore, rendendo impreciso il modello

⁶ Documento tecnico in cui sono riportate le linee guida per la pianificazione territoriale in un intorno aeroportuale.

⁷ L'INM si basa su alcuni algoritmi elaborati dalla SAE (*Society of Automotive Engineers*) e cioè:

- SAE-AIR-1845: "*Procedure for the calculation of airplane noise in the vicinity of Airports*", per il calcolo della rumorosità e dei profili dei velivoli;
- SAE-AIR-1751: "*Prediction method for lateral attenuation of airplane noise during takeoff and landing*" per il calcolo dell'attenuazione laterale del rumore aereo;
- SAE-AIR-866°: "*standard values of atmospheric absorption as a function of temperature and humidity*", per tener conto dell'assorbimento atmosferico nel calcolo del rumore.

⁸ Il programma permette di scegliere tra vari profili standard, per l'atterraggio ed il decollo, che rispecchiano le procedure operative degli aeromobili e che sono convalidati dalla F.A.A.

⁹ Se si volesse calcolare il rumore prodotto da aerei che volano oltre queste altitudini è comunque possibile modificare le procedure standard.

previsionale.

Da tali considerazioni deriva la possibilità che il modello possa sovrastimare o sottostimare i valori del descrittore acustico realmente misurato, per cui è opportuno, di norma, effettuare una taratura del modello relativo allo studio dell'aeroporto in esame e tenere altresì in considerazione variabili acusticamente importanti, ma non direttamente esplicitate dal modello quali, ad esempio, l'assorbimento del suono da parte del terreno, la presenza di edifici, barriere, ostacoli, ecc.

A tal riguardo si evidenzia come la S.E.A., società di gestione degli aeroporti milanesi, abbia realizzato, nel Maggio del 1999, una rete di monitoraggio finalizzata alla taratura dell'INM, pervenendo alla conclusione che l'incertezza nella determinazione dei livelli di valutazione L_{VA} attraverso il modello di calcolo, nell'area oggetto di indagine, è contenuta entro il limite di soli 2dB(A). D'altronde, la stessa F.A.A. è del parere che i valori previsti dalla INM possono variare fino a un massimo di ± 5 dB(A) rispetto a quelli misurati.

Sulla base di tali considerazioni, nel presente studio si è ritenuto opportuno prevedere, in via cautelativa, un margine di errore in eccesso di +5dB(A) e, pertanto, si è assunta la curva isofonica $L_{VA} = 60$ dB(A) come limite al di sotto del quale non porre alcun vincolo all'uso del territorio.

Tornando al codice di calcolo, si precisa che il risultato finale sta nell'elaborazione e visualizzazione delle curve isofoniche - esportabili in formato DXF e integrabili in ambiente GIS - fornendo l'entità delle superfici e visualizzando varie tabelle che sintetizzano gli scenari ipotizzati e i risultati ottenuti.

In particolare, nello studio, tenuto conto dell'orografia quasi pianeggiante della zona in cui è ubicata la pista Mattei, si è ipotizzata la condizione di "flat ground" ovvero di terreno piano interessato dalle curve isofoniche.

4. LA PISTA AEROPORTUALE MATTEI

Nella piana ai piedi di Matera trova ubicazione la pista aeroportuale denominata Mattei, che di recente è stata oggetto di interventi di ristrutturazione e di potenziamento al fine di una sua riapertura all'attività aeronautica come scalo regionale di 3° livello. La dimensione della pista di volo (runway), oggetto di lavori di riqualificazione, è di 1400x30m, con orientamento magnetico di identificazione definito dalle cifre 13 e 31, mentre la striscia di volo è prevista di larghezza pari a 150m secondo la normativa ICAO. Le distanze operative della pista sono desumibili dalla Fig.1.

L'aerostazione, nella sua nuova configurazione, è in grado di supportare atterraggi di velivoli quali ATR42 e DASH 5.

In base alla normativa ICAO (Annesso 14), per tale tipo di pista si possono individuare i seguenti aerei critici, così suddivisi per categorie di attività aeronautiche:

- Aviazione generale: Beechcraft B.300 Super King Air (BEC300); Piper Cheyenne III. A (PA42); Piaggio P.166 DL.3; Piaggio P.180 Avanti;
- Aviazione d'affari (executive): Beechcraft Be 400-A Beechjet; Cessna Citation II, IV e tipo jet (CNA551 e CNA560); Dassault Falcon 50, 100 e 200; Learjet 35.A;
- Protezione Civile: Aeritalia G.222; Canadair CL-215; Augusta AB.212 (elicottero);
- Trasporto merci/passeggeri: BAE Jetstream 31; Fairchild Metro III; Gulfstream G.159 (o G.1); Commuter Dash 7 e 8; Commuter Atr 42 (ATR42).

5. LA ZONIZZAZIONE ACUSTICA E IL CALCOLO DEGLI INDICI

La caratterizzazione acustica dell'intorno aeroportuale della pista Mattei costituisce

l'operazione propedeutica al calcolo degli indici di classificazione dell'aeroporto, per cui il lavoro si è sviluppato attraverso le seguenti fasi operative:

1. Acquisizione dei dati ambientali ed urbanistici. Questa fase corrisponde alle attività di raccolta dei dati ritenuti necessari per un'analisi territoriale approfondita e finalizzata all'elaborazione di un piano di classificazione acustica, coordinato con gli altri strumenti di governo del territorio. I dati raccolti riguardano aspetti di carattere geografico, urbanistico e demografico del territorio di interesse;
2. Determinazione delle tre zone (A, B e C) di pertinenza dell'aeroporto mediante apposito modello matematico. In questa fase avviene la raccolta di tutti i dati (meteorologici, relativi all'aeroporto e al traffico aereo) necessari all'implementazione del modello stesso;
3. Realizzazione del Sistema Informativo Geografico;
4. Zonizzazione acustica e calcolo degli indici;
5. Analisi dei risultati.



Fig.1

In base al D.M. del 20/5/99 ogni aeroporto aperto al traffico civile procedere alla classificazione dell'aeroporto stesso in relazione all'inquinamento acustico prodotto, sulla base di parametri quali: estensione dell'intorno aeroportuale, estensione delle tre fasce di pertinenza dell'infrastruttura (Zona A, B e C), estensione delle aree residenziali che ricadono in tali fasce e densità abitativa in ciascuna fascia. Da questi parametri si ricavano i tre indici che consentono la classificazione dell'aeroporto.

Nel caso in esame, dopo aver determinato le zone A, B e C, tramite l'impiego del codice INM si è proceduto al calcolo degli indici in base all'estensione delle aree residenziali A_r , B_r e C_r ricadenti in ciascuna delle predette zone A, B e C e della densità abitativa, mediante i coefficienti correttivi riportati in Tab.1. Sulla base dell'estensione delle zone A, B e C e delle aree residenziali A_r , B_r e C_r , a seguito dell'applicazione dei coefficienti moltiplicativi¹⁰ di Tab.1, si sono definiti i seguenti tre indici numerici: $I_a = A_r \times A$, $I_b = B_r \times B$ e $I_c = C_r \times C$.

Nella definizione di aree residenziali¹¹, la norma citata precisa che non sono da

¹⁰ Ad esempio, se nella zona A sono presenti 150ha residenziali suddivisi in 50ha estensivi e 100ha intensivi, il parametro dell'indice A_r sarà corretto nel seguente modo: $A_r = (0.5 \times 1.1) + (1 \times 1.3) = 1.85$.

¹¹ A parere degli Autori, nella definizione delle aree residenziali, il problema del limite minimo inferiore va risolto diversamente da quanto prescritto dalla norma, nel senso che non sembra avere molto senso considerare una zona se

considerare tali, quelle aree la cui densità abitativa è inferiore a 10ab/ha.

La previsione del rumore generato dal traffico aereo è stata eseguita ipotizzando due scenari di traffico, sulla base della stima dei relativi “average annual day”. Conseguentemente si è fatto ricorso al concetto di giorno medio annuale, impiegato dall’INM, che rappresenta le tipiche condizioni a lungo termine dell’aeroporto. I due scenari utilizzati sono quello estivo e quello invernale. Tale scelta è stata dettata dall’analisi delle condizioni dei venti del sito.

Area residenziale	Densità abitativa (ab/ha)	Coefficiente correttivo
Estensiva	10 – 150	1.1
Semiestensiva	150 – 250	1.2
Intensiva	> 250	1.3

Tab.1

Le norme ICAO (Annesso 14) raccomandano che, per almeno il 96% dell’arco di tempo considerato, la pista non sia investita da venti trasversali inammissibili, cioè che il coefficiente di utilizzazione (usability factor) della pista sia maggiore del 96%.

L’individuazione dei due scenari è conseguente all’osservazione del diagramma polare delle frequenze, che descrive il regime dei venti spiranti sulla pista Mattei (Fig.2). Considerato che lo scirocco è un tipico vento estivo, mentre il maestrale è un tipico vento invernale, si è potuto così ipotizzare uno scenario estivo, in cui tutti i decolli avvengono dalla testata 13, e uno scenario invernale, in cui tutti i decolli avvengono dalla testata 31. L’aeromobile tipo, impiegato nello studio, è stato l’ATR42, le cui caratteristiche tecniche fondamentali sono le seguenti:

- Lunghezza: 22.7m;
- Altezza: 7.6m;
- Apertura alare: 24.6m;
- Peso al decollo: 16900 kg;
- Capacità carburante: 5732lt;
- Numero posti: 44;
- Autonomia a pieno carico di passeggeri: 550km;
- Velocità di crociera: 480 km/h.

Alla luce del D.P.R. 11/12/97 n.496 e del D.P.R. 9/11/99 n.476¹² concernenti il divieto di voli notturni, si sono considerate solo operazioni di volo diurne e cioè ricadenti tra le ore 6.00 e le 23.00.

Inoltre, le traiettorie degli aeromobili sono state considerate rettilinee e parallele alla

ha una densità di 11ab/ha e trascurarla se la densità è di 9ab/ha. Difatti, secondo gli Autori, per le zone la cui densità abitativa è inferiore a 10ab/ha, sembrerebbe opportuno introdurre un coefficiente correttivo minore di 1, evitando di considerare un contributo nullo come il Decreto prescrive. Inoltre, il valore numerico degli indici non sembra al momento di facile e chiara determinazione; lo stesso Decreto nulla dice a riguardo di tali valori, limitandosi a sottolineare che le azioni di risanamento acustico sono rivolte alla riduzione degli indici Ib e Ic. Ora, considerato che nella stragrande maggioranza dei casi Ic può assumere valore nullo o comunque molto piccolo, sembrerebbe plausibile ammettere che intento del Decreto è quello di assegnare maggiore significatività all’indice Ib rispetto a Ic. A tal fine, è da evidenziare che solo quando un certo numero di aeroporti avranno provveduto ad applicare il Decreto in questione, calcolando tali indici, si potrà dirimere tale dubbio.

¹² D.P.R. 11 Dicembre 1997 n.469 – G.U. n.20 del 26/1/1996 – “Regolamento recante norme per la riduzione dell’inquinamento acustico prodotto dagli aereomobili civili”; D.P.R. 9 Novembre 1999 n.476 – G.U. n. 295 del 17/12/1999 – “Regolamento recante modificazioni al D.P.R. 11.12.1997, n. 469 concernente il divieto di voli notturni”.

pista, in quanto eventuali deviazioni si hanno ad una quota così elevata da non procurare più problemi di inquinamento acustico a terra.

Per lo scenario invernale sono stati ipotizzati quattro decolli e quattro atterraggi, così ripartiti tra le due testate:

- i decolli avvengono tutti dalla testata 31 per le prevalenti condizioni di maestrale;
- gli atterraggi sono ripartiti equamente tra le due testate: due sulla testata 13 e due sulla testata 31.

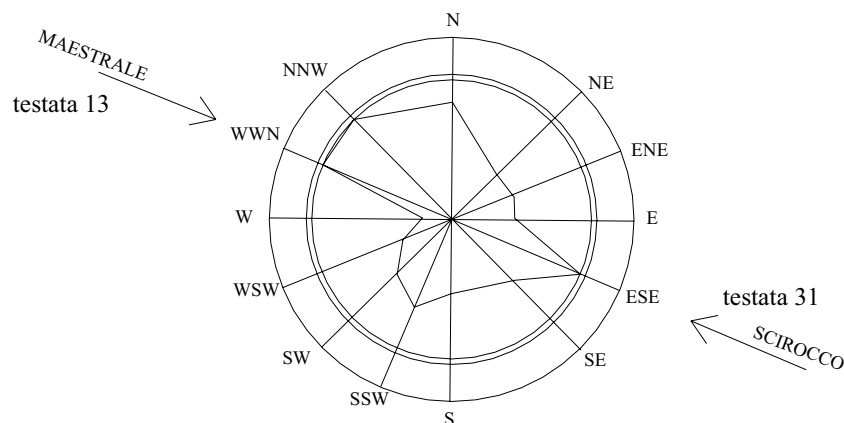


Fig.2

Per lo scenario estivo si è ipotizzato un numero di voli superiore, per tener conto del flusso turistico che la zona richiama in tale periodo. A tal fine si sono considerati sei decolli e sei atterraggi, così ripartiti tra le due testate.

- i decolli avvengono tutti dalla testata 13 per la prevalenza del vento di scirocco;
- gli atterraggi sono ripartiti equamente tra le due testate: tre sulla testata 13 e tre sulla testata 31.

Nello studio in questione, è stata necessaria l'integrazione del modello con un GIS. Pertanto, importando le curve isofoniche in ambiente GIS e integrando queste con il supporto cartografico, è stato possibile calcolare gli indici per la classificazione degli aeroporti in relazione al livello di inquinamento acustico. Per lo studio è stata utilizzata l'ortofotocarta di Pisticci Scalo (Comune di Pisticci, Carta Tecnica Regionale, sezione n.491150, scala 1:10000).

6. ANALISI DEI RISULTATI

Nelle Figg.3 e 4 sono riportate le perimetrazioni delle zone A, B e C rispettivamente per lo scenario invernale e quello estivo. Appare evidente che, in base alle ipotesi predette, la situazione in termini di impatto acustico della pista Mattei è pienamente soddisfacente, in quanto non esiste area urbanizzata che subisce l'impatto sonoro. Difatti, le aree residenziali Ar, Br e Cr sono nulle e, quindi, nulli anche gli indici Ia, Ib e Ic (Cfr. Tab.2).

Si è allora ricercata una situazione più spinta, dal punto di vista dell'inquinamento acustico, ipotizzando un nuovo scenario, denominato "Mattei 2020" (Fig.5), in cui si fa riferimento ad un "average annual day" di 100 movimenti, imponendo che i decolli avvengano all'80% dalla testata 13 e gli atterraggi siano ripartiti equamente tra le testate 13 e 31. Il mix di aeromobili relativo a questo scenario comprende gli aeromobili ATR42, BEC300, CNA551, CNA560 e PA42, come indicato in Tab.3, esportata direttamente dall'INM.

È importante notare che in detta tabella compare il MU3001 al posto sia del CNA551, che del CNA 560, poiché tali aerei sono ritenuti dall'INM equivalenti ai fini del rumore prodotto. Analoga equivalenza, in termini di inquinamento acustico, è da considerare tra il DHC6 e il BEC300, tra il CNA441 e il PA42 e tra il DHC8 e l'ATR42. Dai risultati conseguiti, si rileva che, pur avendo fatto una ipotesi così spinta (100 movimenti al giorno), la situazione continua a non potersi ritenere preoccupante perché l'area urbanizzata che subisce l'impatto sonoro è ancora nulla (Cfr. Tab.4).

Si è azzardata, infine, una nuova ipotesi, che corrisponde ad un aumento delle dimensioni geometriche della pista fino a 2440x45m¹³.

Scenario	Curva			Fascia L _{VA} [ha]			Zona [ha]			Indici		
	L _{VA} 60	L _{VA} 65	L _{VA} 75	60-65	65-75	>75	A	B	C	Ia	Ib	Ic
Invernale	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Estivo	3.8	1.9	0.2	1.9	1.9	0.2	1.2	0.21	0	0	0	0

Tab.2

AEREO	OP	RWY	DAY	EVENING	NIGHT
DHC8	D	13	7	1	0
DHC8	D	31	2	0	0
DHC8	A	13	4	1	0
DHC8	A	31	4	1	0
DHC6	D	13	5	1	0
DHC6	D	31	1	1	0
DHC6	A	13	3	1	0
DHC6	A	31	3	1	0
CNA441	D	13	9	3	0
CNA441	D	31	3	1	0
CNA441	A	13	4	2	0
CNA441	A	31	4	2	0
MU3001	D	13	14	2	0
MU3001	D	31	1	1	0
MU3001	A	13	7	2	0
MU3001	A	31	7	2	0

A=Approach; D=Departure; RWY=Runway; DAY=n. di operazioni dalle 6.00 alle 19.00; EVENING=n. di operazioni dalle 19.00 alle 23.00; NIGHT=n. di operazioni dalle 23.00 alle 6.00.

Tab.3

Si è allora ipotizzato un nuovo scenario, denominato “Nuova Pista” (Fig.6), in cui si fa riferimento ad un “average annual day” di 84 movimenti¹⁴, ripartiti nel seguente modo:

- il 60% dei decolli avviene dalla testata 13 ed il restante 40% dalla pista 31;
- gli atterraggi sono equamente suddivisi tra le due testate.

¹³ Tali dimensioni sono quelle della pista dell'Aeroporto di Bari – Palese, attualmente penalizzata di 340m per la presenza di ostacoli. Sono, però, in fase di attuazione dei lavori di ammodernamento dell'infrastruttura, per consentire l'utilizzo dell'intera lunghezza della pista.

¹⁴ L'average annual day considerato è stato ricavato sulla base di previsioni effettuate nel 1994 dalla ITL ITALAIRPORT S.p.a. all'anno 2010, per i lavori di ammodernamento dello scalo barese, di cui alla nota precedente.

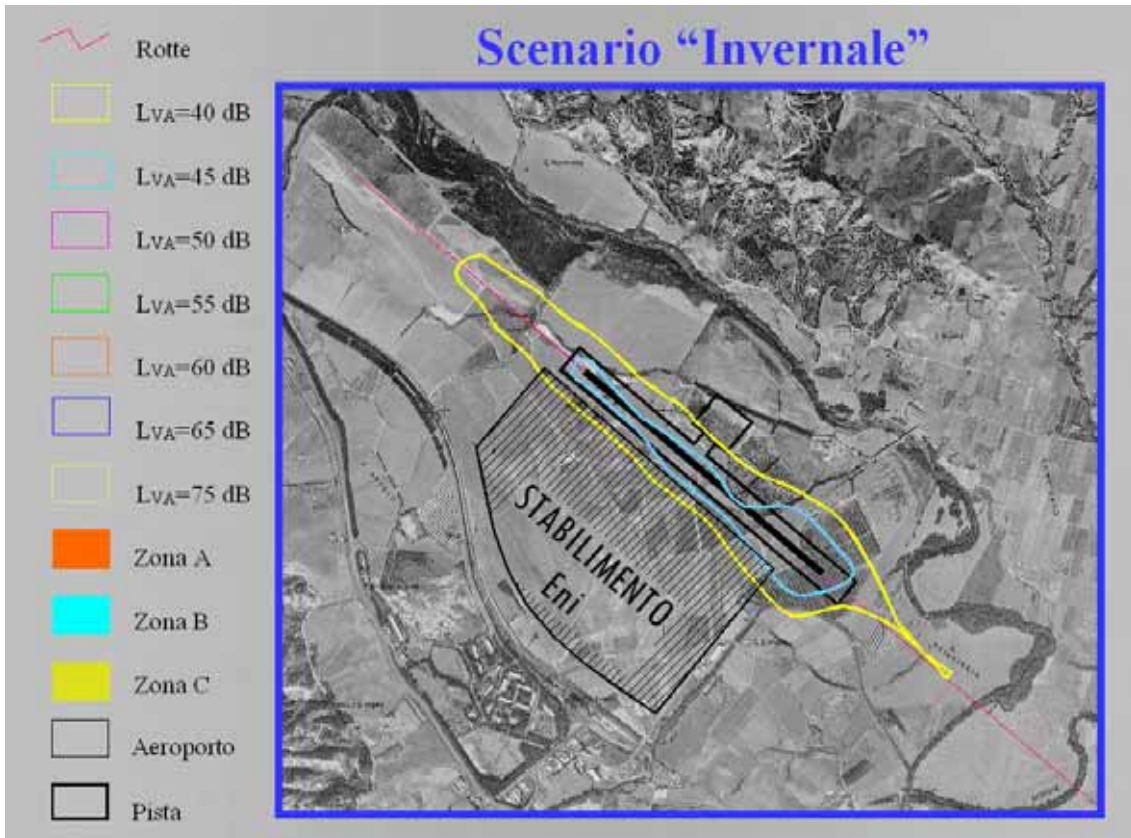


Fig.3

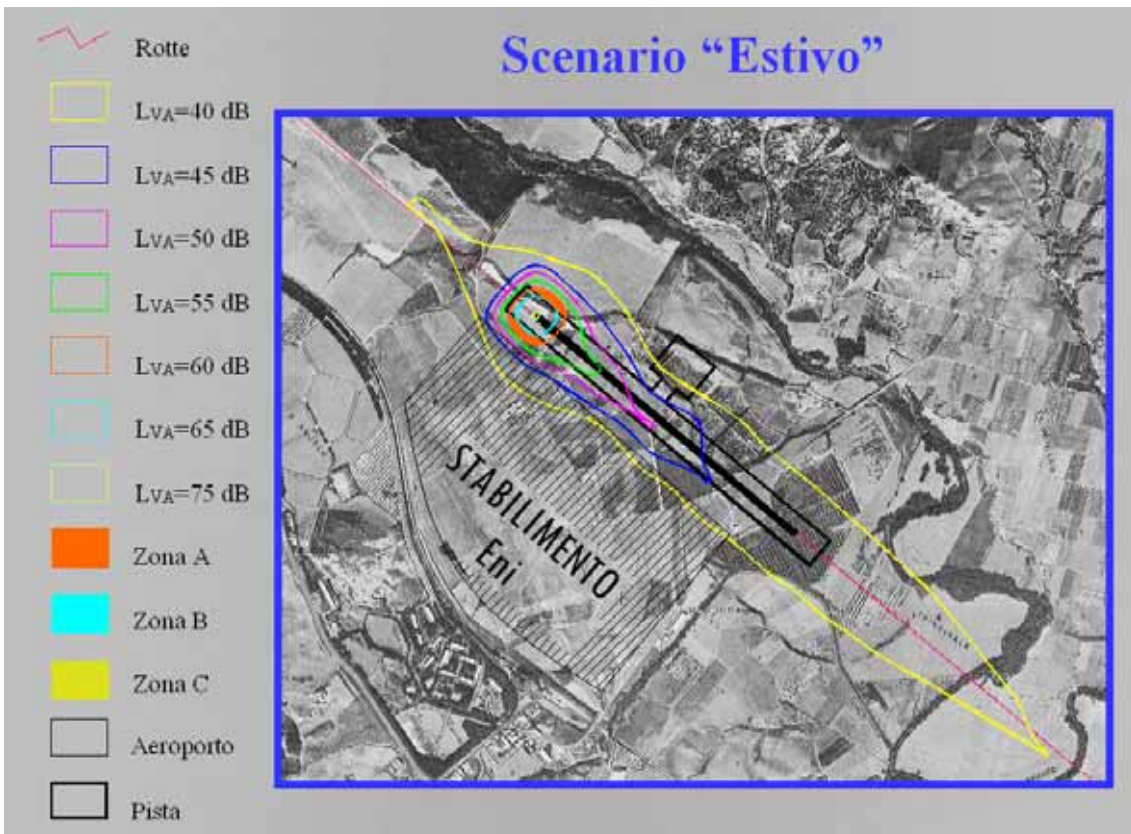


Fig.4

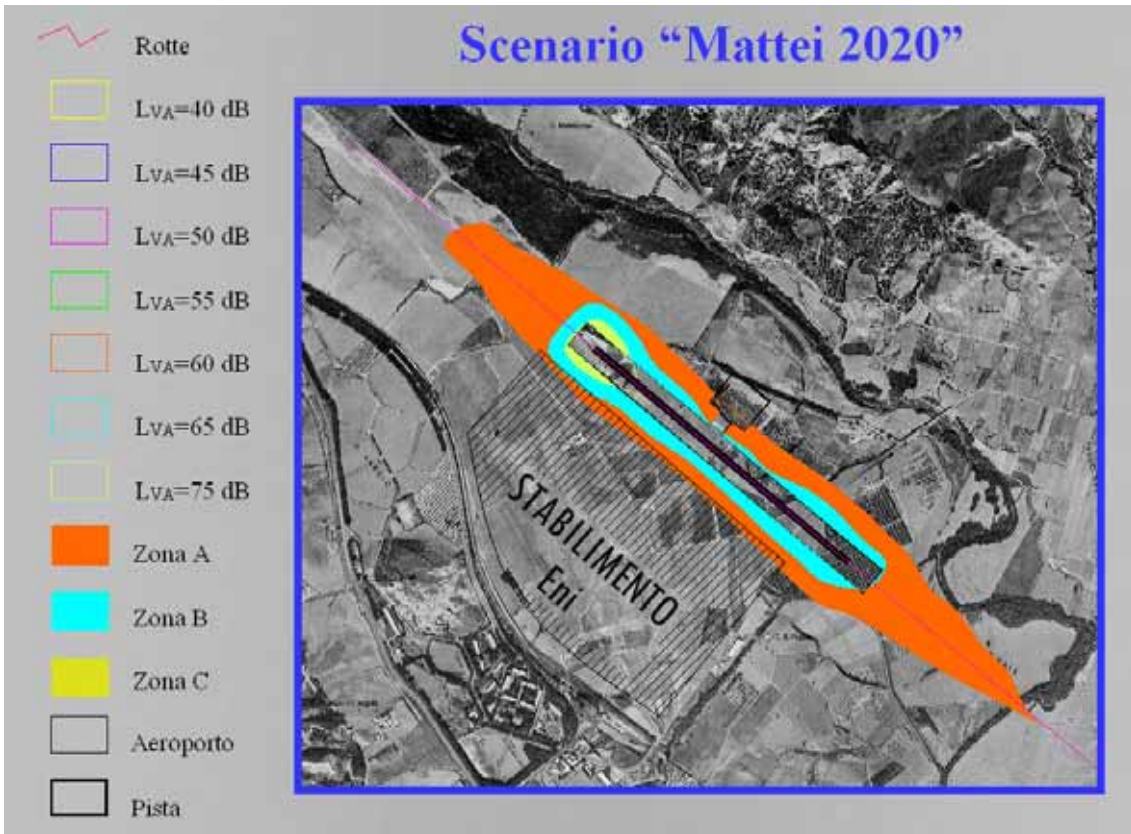


Fig.5

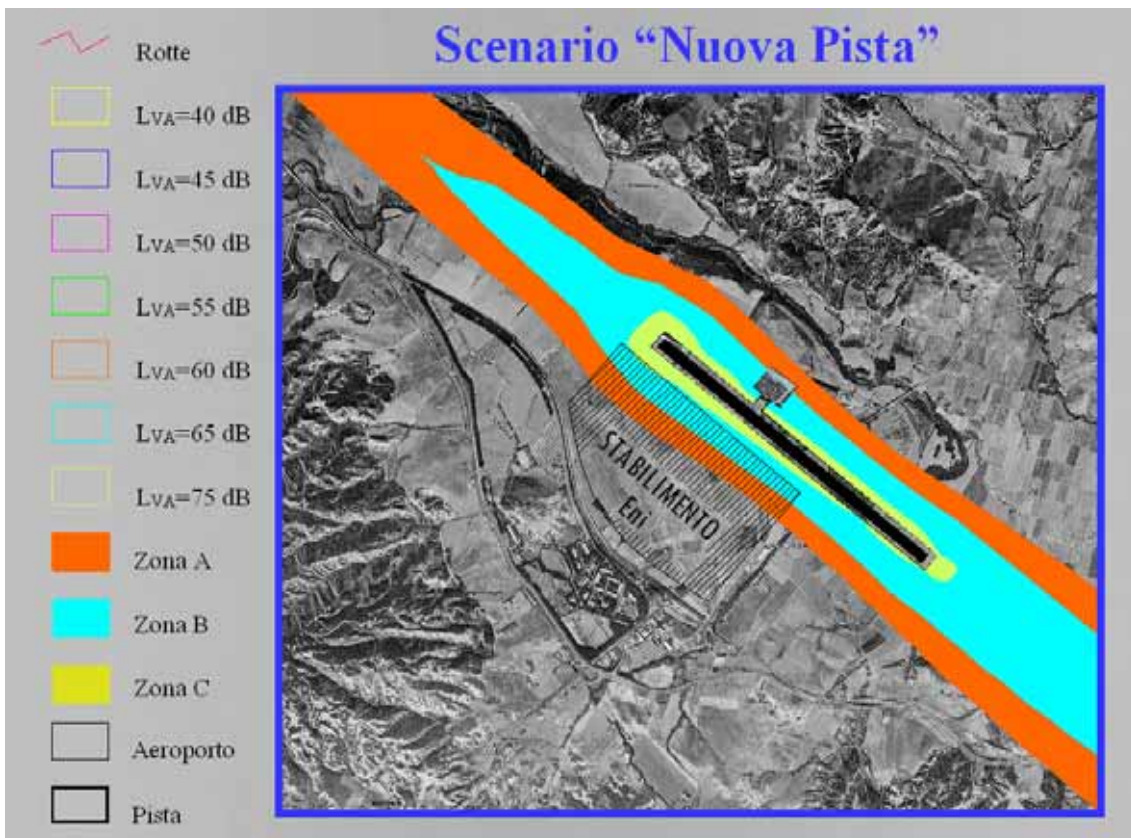


Fig.6

Il mix di aeromobili relativo a questo scenario vede l'impiego di ATR42¹⁵, B727, B737, B747 e A321 (Cfr. Tab.5), con la precisazione che l'impiego di aeromobili B747 è previsto, per ovvi motivi, con movimenti di minima entità. I risultati ottenuti in conformità a tale scenario sono riportati in Tab.6.

Scenario	Curva			Fascia L _{VA} [ha]			Zona [ha]			Indici		
	L _{VA} 60	L _{VA} 65	L _{VA} 75	60-65	65-75	>75	A	B	C	Ia	Ib	Ic
Mattei 2020	99.4	42.2	6.2	57.2	36.0	6.2	57.1	15.0	2.0	0	0	0

Tab.4

AEREO	OP	RWY	DAY	EVENING	NIGHT
DHC8	D	13	7	1	0
DHC8	D	31	2	1	0
DHC8	A	13	4	1	0
DHC8	A	31	4	1	0
727200	D	13	6	1	0
727200	D	31	1	1	0
727200	A	13	3	1	0
727200	A	31	3	1	0
737300	D	13	6	1	0
737300	D	31	1	1	0
737300	A	13	4	1	0
737300	A	31	4	1	0
747200	D	13	1	1	0
747200	D	31	1	1	0
747200	A	13	1	1	0
747200	A	31	1	1	0
A320	D	13	6	1	0
A320	D	31	1	1	0
A320	A	13	4	1	0
A320	A	31	4	1	0

A=Approach; D=Departure; RWY=Runway; DAY=n. di operazioni dalle 6.00 alle 19.00; EVENING=n. di operazioni dalle 19.00 alle 23.00; NIGHT=n. di operazioni dalle 23.00 alle 6.00.

Tab.5

Anche in tal caso, in relazione all'inquinamento acustico, gli indici di classificazione dell'aeroporto di S. Angelo di Pisticci risultano pari a zero, perché la zona residenziale dello Scalo è ad una distanza tale dalla pista da non ricadere all'interno delle zone A, B e C. Tutto ciò avvalorava ancor di più la tesi secondo cui la pista Mattei offre ottimi requisiti dal punto di vista dell'impatto acustico nel candidarsi a scalo aeroportuale Lucano.

A favore di precisione, si evidenzia come l'aver considerato il terreno piano, possa aver comportato una sovrastima dei valori di esposizione sonora per gli abitati di

¹⁵ Si ricorda che nella tabella compare il DHC8 al posto dell'ATR42, perché l'INM li ritiene equivalenti dal punto di vista del rumore prodotto. Analogamente, l'A321 è considerato equivalente all'A 320.

Ferrandina e di Pisticci, comuni limitrofi all'area aeroportuale, che si trovano ad una quota maggiore di quella della pista Mattei (47m s.l.m.).

Scenario	Curva			Fascia L _{VA} [ha]			Zona [ha]			Indici		
	L _{VA} 60	L _{VA} 65	L _{VA} 75	60-65	65-75	>75	A	B	C	Ia	Ib	Ic
Nuova Pista	901.7	313.1	53.8	588.6	259.3	53.8	588.5	244.0	11.0	0	0	0

Tab.6

I risultati delle valutazioni effettuate dimostrano, però, come tale sovrastima sia ininfluenza ai fini del presente studio. Diversa è, invece, la collocazione del borgo di Pisticci Scalo, che conta 754 persone e 249 famiglie ed è posizionato all'interno della vallata sede della pista, per cui risultano attendibili, senza alcuna sovrastima, i livelli di esposizione sonora calcolati, pur se tali da non comportare particolari conseguenze in termini di inquinamento acustico.

È altresì evidente che lo studio svolto per la pista Mattei, una volta aperta al traffico aereo, andrebbe integrato con un sistema di monitoraggio del rumore aereo, effettuando nel contempo indagini dirette sulla popolazione residente per confermare il previsto esiguo disturbo da rumore aereo sulla popolazione.

7. CONCLUSIONI

Preso atto dell'attuale trend di crescita del traffico aereo, appare con tutta evidenza che le problematiche affrontate nel presente studio assumeranno un'importanza sempre maggiore negli anni a venire.

Difatti in ambito aeroportuale, considerato che è oggettivamente difficile intervenire su situazioni preesistenti, è auspicabile effettuare per tempo un'accorta pianificazione del territorio circostante gli aeroporti, in modo da regolarne l'uso in maniera compatibile con i livelli di esposizione sonora previsti, adeguando a tali previsioni anche i P.R.G. comunali.

Conseguentemente, nei casi di superamento dei limiti imposti dai dettami normativi, è d'uopo predisporre idonei interventi mitigativi, quali la modifica delle rotte di volo, l'applicazione di particolari procedure antirumore, la regolamentazione dell'uso degli aerei all'interno dello scalo, ecc.

L'approccio più idoneo per la risoluzione di tali problemi è quello di suddividere il territorio circostante un aeroporto in fasce sonore, per consentirne l'utilizzo in base ai livelli di esposizione.

A tal fine, di indubbio interesse è la messa a punto di una metodologia applicativa capace di fornire tutte le indicazioni utili per valutare i livelli di inquinamento acustico negli intorni aeroportuali.

In tale logica si inserisce la presente memoria che propone una metodologia applicativa che, basandosi sull'impiego del codice di calcolo INM della F.A.A., consente di definire operativamente una zonizzazione, in cui disciplinare gli utilizzi in base ai livelli di esposizione, una volta noti gli indici di valutazione del rumore.

L'applicazione al caso concreto della pista aeroportuale Mattei, situata in località S. Angelo di Pisticci (MT) e candidata a scalo regionale di 3° livello della Basilicata, ha consentito non solo di confermare la validità della metodologia proposta, ma soprattutto di avvalorare la tesi secondo cui, dal punto di vista dell'impatto acustico, la pista Mattei

presenta idonei requisiti nel proporsi come scalo aeroportuale Lucano, anche in considerazione sia della buona accessibilità garantita dalla S.S. 407 Basentana, che delle ottime condizioni meteo-climatiche per l'assenza di nebbia durante l'intero periodo annuale.

Tale risultato appare agli Autori di indubbio interesse, considerato che la pista Mattei rappresenta la soluzione più valida, a breve termine, per consentire alla Regione Basilicata di far parte integrante della rete di trasporto aereo nazionale. Tale soluzione trova altresì giustificazione nella recente crescita di domanda di trasporto, a prevalente carattere industriale, conseguente ai ritrovamenti di prodotti petroliferi nella Valle dell'Agri, che hanno motivato nuovi insediamenti forieri di maggiore occupazione nel mondo del lavoro e di positivo sviluppo economico della Regione.

BIBLIOGRAFIA

- [1] B.ABRAMI, *"Il rumore del 2000"*, in L'osservatorio dell'Acustico n.2/2000.
- [2] AEROPORTI DI ROMA, *"Aeroporti e rumore"*, ADR (aeroporti di Roma), 2000.
- [3] PROVINCIA DI TORINO, ARPA Piemonte, *"Linee guida per la classificazione acustica comunale"*, 2000.
- [4] S.E.A., Aeroporti Milano, *"Aeroporto di Malpensa, studio di Impatto Ambientale, Rapporto finale"*, 1999.
- [5] A. BRIOTTI, *"L'impatto ambientale dell'aviazione"*, in Rivista Aeronautica n.4/1998.
- [6] K. ELDRID, *"Airport Noise in Handbook of Acoustics"*, John Wiley & Sons, 1998.
- [7] PROVINCIA DI MILANO, Studi monografici sul rumore, *"Il rumore aeroportuale a Milano – Linate"*, 1997.
- [8] E. CIRILLO, *"Acustica Applicata"*, Milano, McGraw-Hill Libri Italia, 1997.
- [9] F.A.A. (Federal Aviation Administration), Office of Environment and Energy, *"INM User's Guide"*, 1997.
- [10] ACI (Airport Council International) Europa, *"Environmental Handbook 1995"*.
- [11] ICAO (International Civil Aviation Organization), *"Annex 16, Volume I: Aircraft Noise"*, 1993.
- [12] ICAO (International Civil Aviation Organization), *"Annex 16, Volume II: Aircraft Engine Emissions"*, 1993.
- [13] G. TESORIERE, Strade-Ferrovie-Aeroporti, Vol.III, *"Infrastrutture aeroportuali"*, UTET, 1993.
- [14] N. ASHFORD, P. WRIGHT, *"Airport Engineering"*, John Wiley & Sons, 1992.
- [15] F.A.A. (Federal Aviation Administration), *"Aviation Noise Effects"*, 1985.
- [16] ICAO (International Civil Aviation Organization), *"Airport Planning Manual, Part 2: Land Use and Environmental Control"*, 1985.
- [17] F.A.A. (Federal Aviation Administration), *"Regulation 150: Noise Compatibility Planning"*, 1984.